





**Verfahren und Vorrichtung zum Ausrichten zweier Photomasken
zueinander und gegebenenfalls eines unbelichteten
Leiterplatten-Rohlings und zum anschliessenden simultanen
Belichten bei der Herstellung von doppelseitigen Leiterplatten**

Patent number: DE19851575
Publication date: 2000-05-11
Inventor: GEBUREK FRANK (DE)
Applicant: MANIA GMBH (DE)
Classification:
- international: H05K3/00
- european: H05K3/00N4; G03F9/00
Application number: DE19981051575 19981109
Priority number(s): DE19981051575 19981109

Also published as:

 WO0028385 (A3)
 WO0028385 (A2)
 EP1137970 (A3)
 EP1137970 (A2)

Abstract of DE19851575

The invention relates to a method and device for aligning an unexposed printed circuit board blank and two photo masks with each other without additional mechanical aids such as adjustable positioning pins for the printed circuit board, and for subsequent exposure in order to produce double-sided printed circuit boards, using optical positioning aids on the edge of the photo masks and the printed circuit board. The invention enables the double-sided alignment of two photo masks with each other and optionally, with a printed circuit board blank through a sequence of individual steps, so that the existing process tolerances such as the bore-hole/hole position tolerance, dimensional stability of the base material and dimensional stability of the films can be optimised.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

Offenlegungsschrift

DE 198 51 575 A 1

⑤1 Int. Cl. 7:
H 05 K 3/00

⑦1 Aktenzeichen: 198 51 575.8
⑦2 Anmeldetag: 9. 11. 1998
⑦3 Offenlegungstag: 11. 5. 2000

⑦1 Anmelder:
Mania GmbH & Co, 61276 Weilrod, DE

⑦4 Vertreter:
Patentanwalt Hans E. Ruschke & Kollegen, 81679
München

⑦2 Erfinder:
Geburek, Frank, 31162 Bad Salzdetfurth, DE

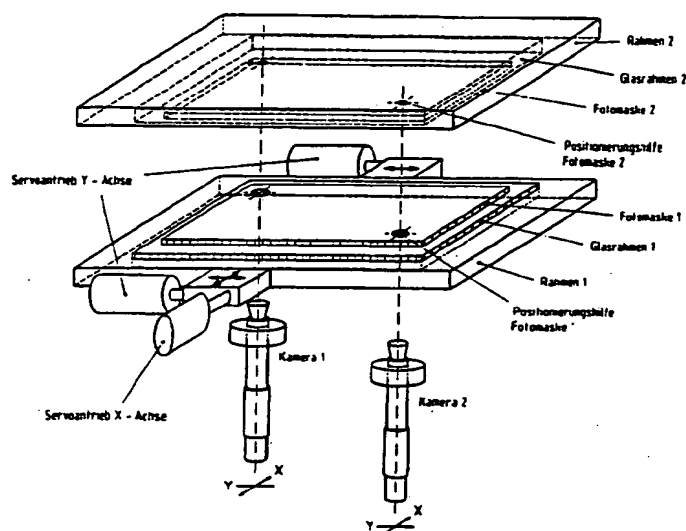
⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

DE	49 16 882 C2
DE	35 39 915 C1
DE	34 47 849 C3
DE	196 35 178 A
DE	35 39 690 A1
US	54 03 684 A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Verfahren und Vorrichtung zum Ausrichten zweier Fotomasken zueinander und gegebenenfalls eines unbelichteten Leiterplatten-Rohlings und zum anschließenden simultanen Belichten bei der Herstellung von doppelseitigen Leiterplatten

⑤7 Es geht um das Ausrichten eines unbelichteten Leiterplatten-Rohlings und zweier Fotomasken zueinander ohne zusätzliche mechanische Hilfsmittel wie verstellbare Positionierstifte für die Leiterplatte und um das anschließende Belichten zum Zwecke der Herstellung von doppelseitigen Leiterplatten, und zwar unter Verwendung von optischen Positionierungshilfen am Rand der Fotomasken und der Leiterplatte. Durch die Erfindung wird die doppelseitige Ausrichtung zweier Fotomasken zueinander und gegebenenfalls zu einem Leiterplatten-Rohling durch eine Reihe von Einzelschritten möglich, so daß sich eine Optimierung der vorhandenen Prozeßtoleranzen wie Bohrloch-/ Lochlage-Toleranz, Dimensionsstabilität des Basismaterials, Dimensionsstabilität der Filme ergibt (Fig. 3).



DE 198 51 575 A 1

Best Available Copy

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Ausrichten zweier Fotomasken und gegebenenfalls eines unbelichteten Leiterplatten-Rohlings zueinander und zum anschließenden simultanen Belichten zum Zwecke der Herstellung von doppelseitigen Leiterplatten, wobei am Rand der Fotomasken und der Leiterplatten-Rohlinge optische Positionierungshilfe angeordnet sind. Zur Ausrichtung der Fotomasken und Leiterplatten zueinander sind keine zusätzlichen Positionierungsbohrungen und keine unabhängig einstellbaren Positionierungsstifte wie im Stand der Technik notwendig.

Die EP 184 820 A2 zeigt eine Anordnung zur Ausrichtung von unbelichteten Leiterplatten-Rohlingen und Fotomasken zueinander bei der Herstellung von ein- und mehrlagigen Leiterplatten, mit am Rand der Fotomasken bzw. der Leiterplatten angeordneten, einander zugeordneten Positionierungshilfen, die bei der Leiterplatte die Form von Positionierungsbohrungen haben, wobei am Leiterplattenrohling auf einer oder beiden Seiten eine Fotomaske aufliegt. Die Positionierungshilfen am Rand der Fotomasken weisen die Form von lichtdurchlässigen Markierungen auf, die Bestandteil des Musters der Marken sind. Eine Lichtquelle richtet im wesentlichen paralleles Licht auf den Verbund aus Leiterplatten-Rohling und Fotomasken sowie auf die Positionierungsbohrungen und die entsprechenden Markierungen. Eine elektronische Zeilenkamera ist im Strahlengang des hindurchtretenden oder reflektierten Restlichtes angeordnet und mit einer Auswertschaltung zur Ermittlung der Lage des Schattens der Markierungen im Verhältnis zu den Positionierungslöchern versehen.

Auch wenn dieser Stand der Technik über die Meßmethode zur Ermittlung der Ausrichtung der Leiterplatte und der Fotomaske zueinander Auskunft gibt, wird nichts darüber ausgesagt, wie die Leiterplatte bzw. die Fotomasken im Rahmen eines automatisierten Leiterplatten-Belichtungsgerätes gehandhabt werden sollen, um diese Meßmethode in effektiver Weise anzuwenden.

In der EP 618 505 A1 ist ein Belichtungsgerät für doppelseitige, gedruckte Schaltungen oder Leiterplatten mit Hilfe von Fotomasken gezeigt. Dabei ist eine erste Halterung für die erste Fotomaske mit Positionsmarkierung und eine zweite Halterung für die zweite Fotomaske mit Positionsmarkierung vorgesehen, wobei außerdem Einrichtungen zum Einlegen der Leiterplatte zwischen die erste und zweite Fotomaskenhalterung vorgesehen sind und die Leiterplatte mit einer Positionsmarkierung versehen ist. Optische Geräte zur Erkennung von Positionierungsfehlern zwischen der Leiterplatte und der zweiten Halterung sowie zwischen der ersten und der zweiten Halterung oder zwischen der Leiterplatte und der ersten Halterung mit Hilfe von Positionserkennungsverfahren sind ebenfalls vorgesehen. Um die Leiterplatte in Abhängigkeit von irgendwelchen ermittelten Positionierungsfehlern einstellen zu können, sind Verschiebeeinrichtungen mit zwei Stiften vorgesehen, die in zwei Richtungen parallel und rechwinklig zur Leiterplatte verschoben werden, die mit zwei Bohrungen versehen ist, die die Stifte aufnehmen. Dieses bekannte Belichtungsgerät für Leiterplatten mit doppelseitig aufgetragenen Schaltungen erfordert somit zusätzlich zur Einstellmechanik für die Fotomaskenhalterungen auch noch eine separate Einstellmechanik für die Positionierungsstifte für die zu belichtenden Leiterplatten.

Hiernach ist es ein Ziel der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren bzw. eine Vorrichtung anzugeben, mit deren Hilfe die Mechanik des Gerätes insofern vereinfacht wird, daß keine separaten Stifte bzw. zugehörige Antriebe notwendig

sind, um die Stellung der Leiterplatte im Verhältnis zu der bzw. den Fotomaske(n) einjustieren zu können.

Durch die Erfindung wird die doppelseitige Ausrichtung zweier Fotomasken zueinander und gegebenenfalls zu einem Leiterplatten-Rohling ermöglicht, so daß sich eine Optimierung der vorhandenen Prozeßtoleranzen wie Bohr-/Lochlagetoleranz, Dimensionsstabilität des Basismaterials, Dimensionsstabilität der Filme, ergibt.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren bzw. eine Vorrichtung mit den Merkmalen der vorliegenden Erfindung gelöst. Das Gerät ist modular aufgebaut, d. h. mit gleicher Mechanik (Ausrichteeinheit) lassen sich Außenlagen-, Innenlagen- und Stopplack-Belichtungen durchführen.

Ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben. Darin zeigen die Fig. 1 bis 6 in grundsätzlicher Darstellung einige wesentliche Teile eines erfindungsgemäßen Belichtungsgerätes für doppelseitige Leiterplatten (abgekürzt auch LP oder PCB genannt). Die Fig. 7 bis 12 zeigen einzelne Verfahrensschritte des Arbeitsablaufes dieses Belichtungsgerätes – wiederum in sehr prinzipieller Darstellungsweise, die sich nur auf die interessierenden Details beschränkt, also ohne jede unwesentliche Einzelheit wiederzugeben. Das Herzstück des Belichtungsgerätes ist die in Fig. 1 dargestellte zentrale Belichtungseinheit, wobei rechts davon die horizontal und vertikal verschiebbliche Saugerplatteineinheit gemäß Fig. 5 (Seitenansicht) bzw. Fig. 6 (Ansicht von unten) angeordnet wäre. Diese Saugerplatteineinheit bildet zusammen mit einem als Rollenband ausgebildeten Längsförderer die Einlaufsektion des Belichtungsgerätes, die im rechten Teil der Fig. 7 schematisch dargestellt ist. Eine grundsätzlich gleichartig aufgebaute, horizontal und vertikal verschiebbliche Saugerplatteineinheit wäre links von der Fig. 1 als Auslaufsektion vorgesehen, und zwar zum Abtransportieren der fertig belichteten Leiterplatten in der Verlängerung der "Durchlaufrichtung" in Fig. 1.

Fig. 1 zeigt in prinzipieller, stark vereinfachter Darstellung die zentralen mechanischen Teile der Belichtungssektion – allerdings ohne die darüber bzw. darunter angeordneten Lichtquellen, vorzugsweise UV-Lichtquellen.

Fig. 2 zeigt ebenfalls in prinzipieller stark vereinfachter Darstellung die Belichtungssektion der Fig. 1 in einer Ansicht von oben.

Fig. 3 zeigt die wesentlichen, beweglichen Teile der Belichtungssektion der Fig. 1 in einer perspektivischen Schrägansicht.

Fig. 4 zeigt das Sichtfeld einer der Kameras K1 oder K2 bei ordnungsgemäß zueinander ausgerichteten Fotomasken F1 bzw. F2.

Fig. 5 zeigt die horizontal nach links bzw. rechts verschiebbliche Saugerplatteineinheit, deren unterer Teil zusätzlich in Richtung des Doppelpfeiles, also (beispielsweise vertikal) verstellbar ist.

Fig. 6 zeigt eine Ansicht der Saugerplatte (auch Vakuumpalte genannt) der Fig. 5 von unten.

Fig. 7 zeigt einen ersten Schritt des erfindungsgemäßen Verfahrens, und zwar im linken Teil die auf den Rahmen bzw. Glasrahmen der Belichtungssektion (Fig. 1) aufgelegten Fotomasken, sowie in ihrem rechten Teil die Einlaufsektion des Belichtungsgerätes mit dort bis zum Anschlag angeführter Leiterplatte, die von an den Seitenrändern angreifenden, in y-Richtung verfahrbaren Fingern in der Förderrichtung vorzentriert wird; darüber befindet sich die Saugerplatteineinheit der Fig. 5 in Bereitschaft zum Aufnehmen/Anheben der Leiterplatte.

Fig. 8 zeigt einen nächsten Schritt des Verfahrens, bei dem die Leiterplatte von der Saugerplatteineinheit von dem Rollenband der Fördermechanik abgehoben ist, und zwar

als Vorbereitung zum Einfahren der Saugerplatteneinheit in Horizontalrichtung zwischen die linker Hand der Fig. 8 mit (vertikalem) Abstand zueinander angeordneten Fotomasken.

Fig. 9 zeigt den nächsten Arbeitstakt der Vorrichtung, in dem die Saugerplatteneinheit der Fig. 5 nach links zwischen die beiden Fotomaskenhalterungen eingefahren ist. Dabei dienen die Kameras K1 und K2 zur exakten relativen Positionierung der Fotomaske 1 zur eingefahrenen Leiterplatte. Dies geschieht durch die von den Auswertschaltungen der beiden Kameras gesteuerten zwei Y-Achsenantriebe und den einen X-Achsenantrieb gemäß Fig. 3, was im Ergebnis einer Einstellung der (unteren) Anordnung aus Rahmen, Glasrahmen und Fotomaske FM1 im Verhältnis zur unbeweglich gehaltenen Leiterplatte nach X bzw. Y und Drehwinkel ϕ gleichkommt.

Fig. 10 zeigt einen weiteren Arbeitstakt des Belichtungsgerätes, nämlich das Ablegen der Leiterplatte durch die Saugerplatteneinheit auf die relativ dazu korrekt eingestellte bzw. positionierte (untere) Anordnung aus Rahmen, Glasrahmen und Fotomaske 1. Am Rand des unteren Glasrahmens der Fig. 10 ist eine von außen mit Vakuum beaufschlagbare rechteckig umlaufende Vakuumrinne vorgesehen, in der sich ein Vakuum aufbaut und die Fotomaske am Glasrahmen fixiert. Zugleich ist zusätzlich, beispielsweise am linken Rand, das Glas und die Fotomaske in diesem Bereich mit einer geraden Reihe von mit Vakuum beaufschlagten Bohrungen versehen, so daß sich das Vakuum auch auf die darauf gelegte Leiterplatte übertragen kann und diese ebenfalls festlegt bzw. fixiert.

Fig. 11 zeigt den nächsten Arbeitsschritt der Vorrichtung, bei dem die Saugerplatteneinheit der Fig. 5 wieder nach rechts in ihre Ausgangslage entsprechend den Fig. 7 und 8 zurückgefahren und der (obere) Glasrahmen GR2 mit der Fotomaske FM2 mittels der vierfach vorgesehenen "Hubspindeln mit Führungen" gemäß Fig. 2 in eine Position dicht oberhalb der unteren Anordnung aus Glasrahmen GR1 und Fotomaske FM1 sowie draufgelegter Leiterplatte verfahren ist, wonach die untere Anordnung nochmals im Verhältnis zu der sich darüber befindlichen Fotomaske ausgerichtet wird, und zwar unter Ausnutzung der fotooptischen Ausrichtung mit Hilfe der Kameras K1 und K2. Im unteren Teil der Fig. 11 ist das Blickfeld der beiden Kameras im Zustand der ordnungsgemäßen Ausrichtung dieser Einzelteile zueinander dargestellt.

Fig. 12 zeigt den letzten Schritt des Ausrichtverfahrens der Fotomasken FM1 und FM2 im Verhältnis zu der Leiterplatte: Der Glasrahmen GR2 mit der Fotomaske FM2 wird vollends gegen die Leiterplatte gefahren und die beiden Glasrahmen GR1 und GR2 werden dadurch aneinander fixiert, daß ein Kassettenvakuum aufgebracht wird, nämlich indem eine in den Zeichnungen nicht näher dargestellte umlaufende Randdichtung die Rahmen gegen die umgebende Atmosphäre abdichtet und der Innenraum mit dem sogenannten "Kassettenvakuum" beaufschlagt wird. In dieser Phase können die Kameras K1 und K2 nochmals eine optionale Endkontrolle der Ausrichtung der Einzelteile zueinander durchführen und, falls diese ein zufriedenstellendes Ergebnis bringt, wird die UV-Belichtung der Leiterplatte dadurch vorbereitet, daß die Kameras, wie in Fig. 12 angedeutet, seitlich aus dem Belichtungsbereich herausgefahren werden. Die Verfahrensmöglichkeit der Kameras 1 und 2 innerhalb des Belichtungsbereiches der Leiterplatten (PCB min bzw. PCB max) ist auch in Fig. 2 im Detail angedeutet: Der von den Kameras erreichbare Bereich der größten bzw. kleinsten verarbeitbaren Leiterplatten ist dort schraffiert angedeutet und als Verfahrbereich der Kamera erläutert.

Allgemeine Beschreibung des Belichtungsgerätes

Das Belichtungsgerät ist für Außenlagen, Innenlagen und Stopplack geeignet. "Außenlagen" sind die äußeren Leiterplatten bei Multilayer-Leiterplatten und entsprechen üblichen, beidseitig mit einer gedruckten Schaltung versehenen Leiterplatten; "Innenlagen" sind solche im Inneren von Multilayer-Leiterplatten und "Stopplack" bedeutet das fotooptische Aufbringen von Stopplack auf eine fertig hergestellte Leiterplatte z. B. zur Vorbereitung der Schwall-Lötung, also dem Anlöten elektronischer Bauteile an der Leiterplatte im Rahmen der weiteren Verarbeitung derselben.

Das Belichtungsgerät umfaßt eine Belichtungssektion (Fig. 1) sowie links und rechts davon eine in Fig. 1 nicht näher dargestellte Ein- bzw. Auslaufsektion, die beide jeweils lichtgeschützt sind, um das Austreten von gesundheitsschädlichem UV-Licht aus der Belichtungssektion zu verhindern. Die Belichtungssektion ist für verschiedene UV-Lichtquellen vorgesehen, auf die hier nicht weiter eingegangen zu werden braucht.

Das Herzstück der Belichtungssektion ist die Ausrichteinheit der Fig. 1 mit einem Grundrahmen aus Aluminium zur Befestigung im nicht näher dargestellten Maschinenkörper. Am Grundrahmen sind vier hochpräzise Hubspindel-Führungen (Fig. 2) mit Kugelrollspindeln für den oberen Glasrahmen GR2 befestigt. Der Antrieb für das Zueinanderfahren erfolgt über zwei synchronisierte Servomotoren, die gekoppelt über Zahnriemen auf je zwei Kugelrollspindeln arbeiten. Auf dem Grundrahmen als Ausrichteinheit ist der Glasrahmen GR1 gelagert. Er liegt zur leichten Manipulation mit geschliffenen Platten auf vier Kugeln. Die Manipulation erfolgt über drei Servomotoren, einer für die X-Richtung und zwei seitlich gegeneinander versetzt für die Y-Richtung und die daraus resultierenden Drehbewegung ϕ . Die Ansteuerung der Servomotoren erfolgt über die von den Kameras K1 bis K4 und deren Auswertschaltung ermittelten Zielkoordinaten. Eine zusätzliche Überprüfung der tatsächlichen Verfahrwege der Mechanik geschieht durch drei hochpräzise Glasmeßstäbe, die jedoch in den Zeichnungen nicht näher dargestellt sind.

Die sogenannten Glasrahmen GR1 und GR2 bestehen letztlich aus Alurahmen, in die thermisch gehärtete Glasscheiben mit Vakuumleisten für das Festhalten der dort aufgelegten Fotomasken eingeklebt sind. Das Gebilde aus Glasrahmen GR1 und GR2 wird im zusammengefahrenen Zustand im folgenden "Kassette" genannt. Die Kassette läßt sich durch spezielle Verriegelungseinrichtungen leicht aus der Ausrichteinheit entfernen, so daß neue Kassetten eingesetzt werden können. Die Einrichtung ist so aufgebaut, daß an Stelle der Fotomasken auch Glasmaster-Fotomasken eingesetzt werden können. Bei Glasmastern ist das abzubildende Leiterplatten-Layout direkt in die Glasscheibe geätzt, hierbei benötigt man keine Vakuumrinnen im Glas, die die Fotomaske (auf Polyesterbasis, ca. 175 μm dick) festhalten müßten.

Wie aus dem schraffierten Bereich der Fig. 2 ersichtlich ist, können die Kameras auf einen großen X/Y-Bereich von Leiterplatte und Fotomasken eingestellt werden, und zwar je nach den mit dem Gerät zu belichtenden Leiterplatten bzw. der Lage der optischen Positionierungshilfen an diesen. Die Kameras werden über Kompaktlineareinheiten mit Servomotoren verstellt und geführt. Das Anfahren der Positionierungshilfen durch die Kameras geschieht über manuelles Einstellen oder die Eingabe der X/Y-Zielkoordinaten. Bei einem späteren Aufruf eines gleichen Produktionsauftrages können diese Koordinaten automatisch angefahren werden. Die CCD-Kameras sind mit telezentrischen Objektiven und einer regelbaren LED-Ringbeleuchtung ausgestattet.

Die Einlaufsektion rechts von der Belichtungssektion der Fig. 1 besteht aus einem Längsförderer in Gestalt eines Rollenbandes mit geschliffenen und polierten Edelstahlrollen, die das statische Aufladen verhindern. Die Einlaufsektion ist in prinzipieller Darstellung aus dem rechten Teil der Fig. 7 ersichtlich. Die Edelstahlrollen sind in einem Abstand von 80 mm zueinander angeordnet und die Zwischenräume sind abgedeckt, um dünne Materialien handhaben zu können und zur besseren Reinigung. Am Rollenband sind in Durchlaufrichtung am Ende ein in Längsrichtung mechanisch verstellbarer "Anschlag" sowie eine seitliche Zentrierereinrichtung in Form von an den Längsrändern angreifenden schwenkbaren Fingern zur "Vorzentrierung" vorgesehen. Zum Transport der Leiterplatten in die Belichtungssektion wird ein Wagen mit Saugerplatte (bzw. "Vakuumpalte") eingesetzt, die sogenannte Saugerplatteneinheit, die in Fig. 5 und 6 gezeigt ist. Wie aus der Ansicht der Fig. 6 hervorgeht, können die Sauger auf die jeweilige Leiterplattenbreite mit Hilfe von Servomotoren eingestellt bzw. verfahren werden. Die Sauger sind so angeordnet, daß die Leiterplatten absolut plan angesaugt werden. Der Hub an dem Saugerwagen bzw. an der Saugerplatteneinheit (siehe Doppelpfeil in Fig. 5) wird ebenfalls über einen Servomotor präzise eingestellt.

Auslaufsektion

Die in den Zeichnungen nicht näher dargestellte Auslaufsektion ist links von der Belichtungssektion der Fig. 1 in Durchlaufrichtung hinter derselben angeordnet und besteht, wie die Einlaufsektion, aus einem Längsförderer in Gestalt eines Rollenbandes mit geschliffenen und polierten Edelstahlrollen, die das statische Aufladen verhindern. Die Edelstahlrollen sind in einem Abstand von 80 mm angeordnet. Die Zwischenräume sind, um dünne Materialien zu handhaben und zur besseren Reinigung, abgedeckt. Zum Transport der Leiterplatten aus der Belichtungssektion in die Auslaufsektion wird wiederum eine Saugerplatteneinheit wie die der Fig. 5 eingesetzt, also ein Wagen mit einer Sauger- oder Vakuumpalte. Auch hierbei werden die Sauger auf die jeweilige Leiterplattenbreite über Servomotoren eingestellt. Auf die weitere Beschreibung der Saugerplatteneinheit im Zusammenhang mit der Einlaufsektion wird verwiesen.

Belichtungssektion

Aus der Fig. 1 der Zeichnungen ergibt sich, daß bei der hier beschriebenen Ausführungsform eines Belichtungsgeräts die Leiterplatten in eine waagerecht angeordnete Belichtungssektion eingeführt werden. Es ist aber ohne weiteres denkbar, diesen Belichtungsraum zusammen mit der entsprechenden Mechanik so anzuordnen, daß er vertikal verläuft, was zum Beispiel unter besonderen Anforderungen an die Fehlerfreiheit der Belichtung von Vorteil sein kann, um die mögliche Ablagerung von Staub auf den Folien oder Glasrahmen zu vermeiden. Hiernach ist klar, daß wenn im vorliegenden Zusammenhang von oben oder unten die Rede ist, dies genau so gut mit links und rechts bezeichnet werden könnte.

Um die Fotomasken der sogenannten "Kassette" (Glasrahmen GR1 und Glasrahmen GR2) einzulegen, werden die entsprechenden Fotomasken FM1 und FM2 auf den Glasrahmen GR1 bzw. GR2 aufgelegt und dabei über geeignete Freistanzungen auf dem Glasrahmen vorpositioniert. Im Glasrahmen ist eine Vakuumnut vorgesehen, über die die Fotomaske auf der Glasscheibe fixiert wird. Nach diesem Vorgang hängt die Fotomaske FM1 am Glasrahmen GR1

und die Fotomaske FM2 am Glasrahmen GR2. Es ist auch möglich, an Stelle von Fotomaske und Glasscheibe sogenannte Glasmaster zu verwenden, das heißt ein Glas mit dem dort eingezähten Leiterplatten-Layout. Diese Glasmaster haben zugleich die benötigten optischen Positionierungshilfen am Rand und werden dann als "Kassette", bestehend aus Glasrahmen GR1 und Glasrahmen GR2 der Ausrichteinheit der Fig. 1 zugeführt und automatisch verriegelt.

Beim Start eines Produktionsloses muß vom Bediener die Position der Positionierungshilfen für die Kameras eingetastet oder die X/Y-Koordinaten eingegeben werden. Ebenso werden die spezifischen Daten der Leiterplatte, wie zum Beispiel Breite und Länge und Dicke der Leiterplatten, eingegeben.

Ablaufbeschreibung bei "Außenlagen"

Eine Multilayer-Leiterplatte besteht aus zwei äußeren Leiterplatten, den sogenannten Außenlagen, und mehreren inneren Leiterplatten, den sogenannten Innenlagen. Bei der Außenlagen-Belichtung besteht die Aufgabe darin, die Fotomaske FM1 zu der ihr zugewandten Seite der Leiterplatte exakt auszurichten, sowie die Fotomaske FM2 zur ihr zugewandten anderen Leiterplattenseite exakt auszurichten. Die Positionierungshilfen in den Fotomasken sind Kreisringe und in der Außenlage-Leiterplatte eine Durchgangsbohrung – siehe zum Beispiel die Darstellung im unteren Bereich der Fig. 11 der Zeichnungen.

Im Automatikmodus des Belichtungsgerätes laufen dann die Außenlagen-Leiterplatten über das Rollenband des Längsförderers bis zum vorderen Anschlag und werden dann über die seitlichen Zentrierfinger der "Vorzentrierung" hinreichend genau vorpositioniert und von der Saugerplatte mittels Vakuum übernommen (rechte Hälfte der Fig. 8). Die Saugerplatte transportiert dann die Leiterplatte in die Belichtungssektion (linker Teil der Fig. 9), wobei der Antrieb über in den Zeichnungen nicht näher dargestellte Kugelumlaufspindeln erfolgt, die mit Hilfe von Servomotoren angetrieben werden. In der Belichtungssektion hat die Leiterplatte dann einen definierten (vertikalen) Abstand von ca. 2 mm zur (unteren) Fotomaske FM1. Über die von den Auswerterschaltungen der Kameras K1 und K2 erreichten Koordinaten wird die Fotomaske dann zusammen mit dem Glasrahmen auf die ihr zugewandte Seite der Leiterplatte ausgerichtet. Nach der Ausrichtung wird die Leiterplatte vollends auf der unteren Fotomaske abgelegt und über die "Leiterplattenfixierung mittels Vakuum" fixiert, das heißt in der damit gegebenen Position festgehalten. Danach fährt die Saugerplatteneinheit wieder zurück in die Übernahmeposition (rechte Hälfte der Fig. 11) für die nächste Leiterplatte. Im Anschluß daran fährt der (obere) Glasrahmen GR2 bis auf einen Abstand von ca. 2 mm zu der ihr zugewandten Leiterplattenseite, worauf dann die Ausrichtung der Fotomaske FM2 zu der ihr zugewandten Leiterplattenseite erfolgt. Dies geschieht wiederum durch das Verfahren des Glasrahmens GR1 mit der darauf fixierten Fotomaske FM1 an der darauf fixierten Leiterplatte 1, und zwar über die von den Kameras ermittelten Zielkoordinaten. Nach der erfolgreichen Ausrichtung wird dann ein sogenanntes "Kassettenvakuum" gezogen, das heißt am äußeren Rand des oberen Glasrahmens GR1 ist eine umlaufende elastische Randdichtung vorgesehen, die das Innere der Kassette gegen die Außenluft absperrt, so daß beide Glasrahmen mit den jeweiligen Fotomasken gegen die Leiterplatte beaufschlagt werden und alle diese Teile somit gegeneinander fixiert werden. In diesem Zustand kann optional eine sogenannte Finish-Kontrolle unter Vakuum durchgeführt werden. Wenn hierbei die voreingestellten Toleranzen für die Positioniergenauigkeit der Fo-

tomasken und der Leiterplatten zueinander eingehalten sind, wird die UV-Belichtung der Leiterplatte ausgelöst.

Nach dieser UV-Belichtung fährt dann der (obere) Glasrahmen GR2 wieder in seine (obere) Ausgangsposition, so daß die (zeichnerisch nicht dargestellte) Saugerplatteneinheit der Auslaufseinheit die Leiterplatte aus der Belichtungssektion abholen kann, was synchron mit dem Einlaufwagen der Einlaufsektion geschehen kann, die die nächste Leiterplatte in die Belichtungssektion einführt.

Ablaufbeschreibung bei "Innenlagen"

Bei der Belichtung von Innenlagen-Leiterplatten besteht die Aufgabe darin, die Fotomaske FM1 zur Fotomaske FM2 exakt auszurichten. Auch hierbei sind die Positionierungshilfen an den Fotomasken Kreistringe. Innenlagen-Leiterplatten benötigen im vorliegenden Zusammenhang keine Bohrung zur Aufnahme von verstellbaren Positionierungsstiften wie im Stand der Technik. Im übrigen kommt es bei diesen sogenannten Innenlagen weniger auf eine ganz genaue Ausrichtung der unbelichteten Leiterplatte im Verhältnis zu den beiden äußeren Fotomasken an, die untereinander allerdings sehr genau ausgerichtet sein müssen. Deshalb müssen die Fotomasken FM1 und FM2 durch die Kameras K1 und K2 sehr genau zueinander ausgerichtet werden, bevor eine Leiterplatte in die Belichtungssektion einläuft. Dies geschieht in der Weise, daß zunächst die Fotomasken FM1 und FM2 in die jeweiligen Glasrahmen GR1 und GR2 manuell eingelegt und mit Hilfe der Freistanzungen auf den Glasrahmen grob festgelegt werden. Im Anschluß daran wird der (obere) Glasrahmen mit der daran festliegenden Fotomaske (Vakuumleiste) mit Hilfe der Hubspindeln für den Servoantrieb derselben (siehe Fig. 2) bis dicht über den (unteren) Glasrahmen GR1 und die dort befindliche Fotomaske FM1 eingefahren (Abstand ≤ 2 mm), wonach eine Ausrichtung der Fotomasken FM1 und FM2 zueinander durch die Kameras K1 und K2 vorgenommen bzw. kontrolliert wird. Dies geschieht dadurch, daß wiederum der untere Glasrahmen derart durch die Servoantriebe in X- und Y-Richtung verstellt wird, daß die beiden Fotomasken exakt aufeinander ausgerichtet sind. Danach wird der (obere) Glasrahmen mit der Fotomaske in die Position der Fig. 7 hochgefahren.

Im Automatikmodus des Belichtungsgerätes laufen dann nacheinander die zu belichtenden Innenlagen-Leiterplatten über das Rollenband der Förderanordnung bis zum vorderen "Anschlag", werden dort über die seitlichen Zentrierfinger der "Vorzentrierung" der Fig. 7 hinreichend genau vorpositioniert und von der Saugerplatte mittels Vakuum übernommen. Die Sauger- oder Vakuumplatte transportiert dann die Innenlage-Leiterplatte in die Belichtungssektion in der schon beschriebenen Weise. Der Wagen mit der Saugerplatte legt die Innenlage auf der Fotomaske FM1 ab, wobei die Leiterplatte durch die Einwirkung der Vakuumleiste fixiert wird. Danach fährt der Wagen mit der Saugerplatte wieder in die Übernahmeposition für die nächste Leiterplatte. Der Glasrahmen 2 fährt anschließend abwärts auf die Kontaktposition zur fixierten Innenlage-Leiterplatte, wonach das Kassettenvakuum in der schon beschriebenen Weise gezogen wird. Von den Kameras K1 und K2 wird eine sogenannte Finish-Kontrolle durchgeführt. Liegen die ermittelten Abweichungen innerhalb der vorgegebenen Toleranz, wird die UV-Belichtung ausgelöst. Ansonsten wird eine erneute Ausrichtung der Fotomasken zueinander durchgeführt. Ist eine Ausrichtung nicht möglich, wird die Innenlage-Leiterplatte unbelichtet heraustransportiert.

Nach der UV-Belichtung fährt der Glasrahmen GR2 wieder in seine obere Ausgangsposition, so daß der Auslaufwa-

gen mit der Saugerplatte die Leiterplatte aus der Belichtungssektion abholen und in die Auslaufsektion transportieren kann. Synchron damit holt der Einlaufwagen die nächste Leiterplatte in die Belichtungssektion.

Ablaufbeschreibung bei "Stopplack"

Bei der sogenannten Stopplack-Belichtung besteht die Aufgabe darin, die Fotomaske FM1 zur gegenüberliegenden Leiterplattenseite sowie die Fotomaske FM2 zur gegenüberliegenden Leiterplattenseite exakt auszurichten. Die Positionierungshilfen in den Fotomasken sind wiederum Kreistringe und auf der Leiterplatte geeignete (reflektierende) Kupfermarken.

Im Automatikmodus des Belichtungsgerätes laufen die Leiterplatten über das Rollenband bis zum vorderen "Anschlag", werden dort über die seitliche Zentrierung hinreichend genau vorpositioniert und von der Saugerplatte mittels Vakuum übernommen. Diese Saugerplatte transportiert dann die Leiterplatte in die Belichtungssektion. In der Belichtungssektion hat die Leiterplatte einen definierten Abstand (ca. 2 mm) zur Fotomaske FM1. Über die von den Kameras K1 und K2 und deren Auswerterschaltungen errechneten Koordinaten wird die Fotomaske zur gegenüberliegenden Leiterplattenseite ausgerichtet. Nach der Ausrichtung wird die Leiterplatte auf die untere Fotomaske vollends abgelegt und über die Vakuumleiste fixiert, d. h. in Position gehalten. Danach fährt die Saugerplatte wieder in die Übernahmeposition für die nächste Leiterplatte zurück. Im Anschluß hieran verfährt der Glasrahmen GR2 bis auf einen Abstand von ca. 2 mm zur gegenüberliegenden Leiterplattenseite, hier erfolgt dann die Ausrichtung der Fotomaske FM2 zur gegenüberliegenden Leiterplattenseite, und zwar wiederum durch Verfahren des (unteren) Glasrahmens GR1, bestehend aus Glasrahmen mit Fotomaske und fixierter, korrekt ausgerichteter Leiterplatte. In diesem Fall geschieht dies mit den Kameras K3 und K4 bzw. über die von deren Auswerterschaltung ermittelten Zielkoordinaten des von der Kupfermarke reflektierten Lichtes.

Nach erfolgreicher Ausrichtung wird das sogenannte "Kassettenvakuum" erzeugt, und, wenn gewünscht, über die Kameras K1, K2, K3 und K4 die sogenannte Finish-Kontrolle unter Vakuum durchgeführt. Sind hierbei die voreingestellten Toleranzen eingehalten, so wird die UV-Belichtung ausgelöst.

Nach der Belichtung fährt der Glasrahmen GR2 wieder in die (obere) Ausgangsposition, so daß der Auslaufwagen der Auslaufsektion mit der Saugerplatte die Leiterplatte aus der Belichtungssektion abholen kann, wobei synchron der Einlaufwagen der Einlaufsektion mit der nächsten Leiterplatte in die Belichtungssektion einfährt.

Patentansprüche

1. Verfahren bzw. Vorrichtung zum Ausrichten eines unbelichteten Leiterplatten-Rohlings und zweier Fotomasken zueinander ohne zusätzliche mechanische Hilfsmittel wie verstellbare Positionierungsstifte für die Leiterplatte und zum anschließenden Belichten zum Zwecke der Herstellung von doppelseitigen Leiterplatten, vorzugsweise zur Verwendung als Außenlagen von Multilayer-Leiterplatten, wobei am Rand der Fotomasken und der Leiterplatte optische Positionierungshilfen angeordnet sind, **gekennzeichnet durch folgende Schritte:**

A) Anordnen einer ersten Fotomaske (FM1) auf einem nach den Koordinaten x, y und ϕ , einstellbaren ersten Glasrahmen (GR1);

B) Anordnen einer zweiten Fotomaske (FM2) auf einem in einer festen xy-Position angeordneten, aber in z-Richtung einstellbaren und zur ersten Anordnung parallelen zweiten Glasrahmen (GR2), der zunächst in z-Richtung einen Abstand von der ersten Anordnung (GR1 + FM1) hat;

C) Einfahren der zu belichtenden Leiterplatte (LP) auf eine feststehende xy-Position in dem Bereich zwischen der ersten Anordnung (GR1 + FM1) und der zweiten Anordnung (GR2 + FM2);

D) Ausrichten der ersten Anordnung (GR1 + FM1) nach den Koordinaten x, y und ϕ auf die Leiterplatte (LP) in der vorgenannten festen Position mittels der Kameras (K1, K2 etc.) im Zusammenwirken mit den optischen Positionierungshilfen auf der Fotomaske (FM1) und der Leiterplatte (LP);

E) Absenken (in der z-Koordinate) und Fixieren der Leiterplatte (LP) vorzugsweise mittels Vakuum auf der dementsprechend ausgerichteten ersten Anordnung (GR1 + FM1) zur Ausbildung einer dritten Anordnung (GR1 + FM1 + LP);

F) Ausrichten der dritten Anordnung (GR1 + FM1 + LP) nach den Koordinaten (x, y und ϕ) auf die zweite Anordnung (GR2 + FM2) mittels der Kameras (K1, K2 etc.) im Zusammenwirken mit den optischen Positionierungshilfen auf den Fotomasken (FM1 bzw. FM2) und auf der Leiterplatte (LP);

G) Absenken (in der z-Koordinate) und Ablegen der zweiten Anordnung (GR2 + FM2) auf die dementsprechend ausgerichtete dritte Anordnung (GR1 + FM1 + LP) und Fixieren derselben mittels Kassettenvakuum zur Ausbildung einer vierten Anordnung (GR1 + FM1 + LP + FM2 + GR2);

H) Belichten der vierten Anordnung (GR1 + FM1 + LP + FM2 + GR2) von beiden Seiten derselben zur Ausbildung der gleichzeitig beidseitig belichteten Leiterplatte (LP).

2. Verfahren bzw. Vorrichtung zum Ausrichten eines unbelichteten Leiterplatten-Rohlings und zweier Fotomasken zueinander ohne zusätzliche mechanische Hilfsmittel wie verstellbare Positionierungsstifte für die Leiterplatte, und zum anschließenden Belichten zum Zwecke der Herstellung von doppelseitigen Leiterplatten, vorzugsweise zur Verwendung als Innenlagen von Multilayer-Leiterplatten; wobei am Rand der Fotomasken optische Positionierungshilfen angeordnet sind, gekennzeichnet durch folgende Schritte:

a) Anordnen einer ersten Fotomaske (FM1) auf einem nach den Koordinaten x, y und ϕ einstellbaren ersten Glasrahmen (GR1);

b) Anordnen einer zweiten Fotomaske (FM2) auf einem in einer festen xy-Position angeordneten, aber in z-Richtung einstellbaren und zur ersten Anordnung parallelen zweiten Glasrahmen (GR2), der in z-Richtung auf einen kleinen Abstand von der ersten Anordnung (GR1 + FM1) eingefahren wird;

c) Ausrichten der ersten Anordnung (GR1 + FM1) nach den Koordinaten x, y und ϕ auf die zweite Anordnung (GR2 + FM2) in der vorgenannten festen xy-Position mittels der Kameras (K1, K2 etc.) im Zusammenwirken mit den optischen Positionierungshilfen auf der ersten Fotomaske (FM1) und der zweiten Fotomaske (FM2);

d) Auseinanderfahren der ersten Anordnung (GR1 + FM1) und der zweiten Anordnung (GR2 +

FM2) auf einen ausreichenden Abstand zum Einfahren der zu belichtenden Leiterplatte (LP) auf eine feste xy-Position in dem Bereich zwischen der ersten Anordnung (GR1 + FM1) und der zweiten Anordnung (GR2 + FM2);

e) Absenken (in der z-Koordinate) und Fixieren der Leiterplatte (LP) vorzugsweise mittels Vakuum auf die erste Anordnung (GR1 + FM1) zur Ausbildung einer dritten Anordnung (GR1 + FM1 + LP);

f) Absenken (in der z-Koordinate) der zweiten Anordnung (GR2 + FM2) auf die dementsprechend ausgerichtete dritte Anordnung (GR1 + FM1 + LP) und Fixieren derselben mittels Kassettenvakuum zur Ausbildung einer vierten Anordnung (GR1 + FM1 + LP + FM2 + GR2);

g) Belichten der vierten Anordnung (GR1 + FM1 + LP + FM2 + GR2) von beiden Seiten derselben zur Ausbildung der gleichzeitig beidseitig belichteten Leiterplatte (LP).

Hierzu 10 Seite(n) Zeichnungen

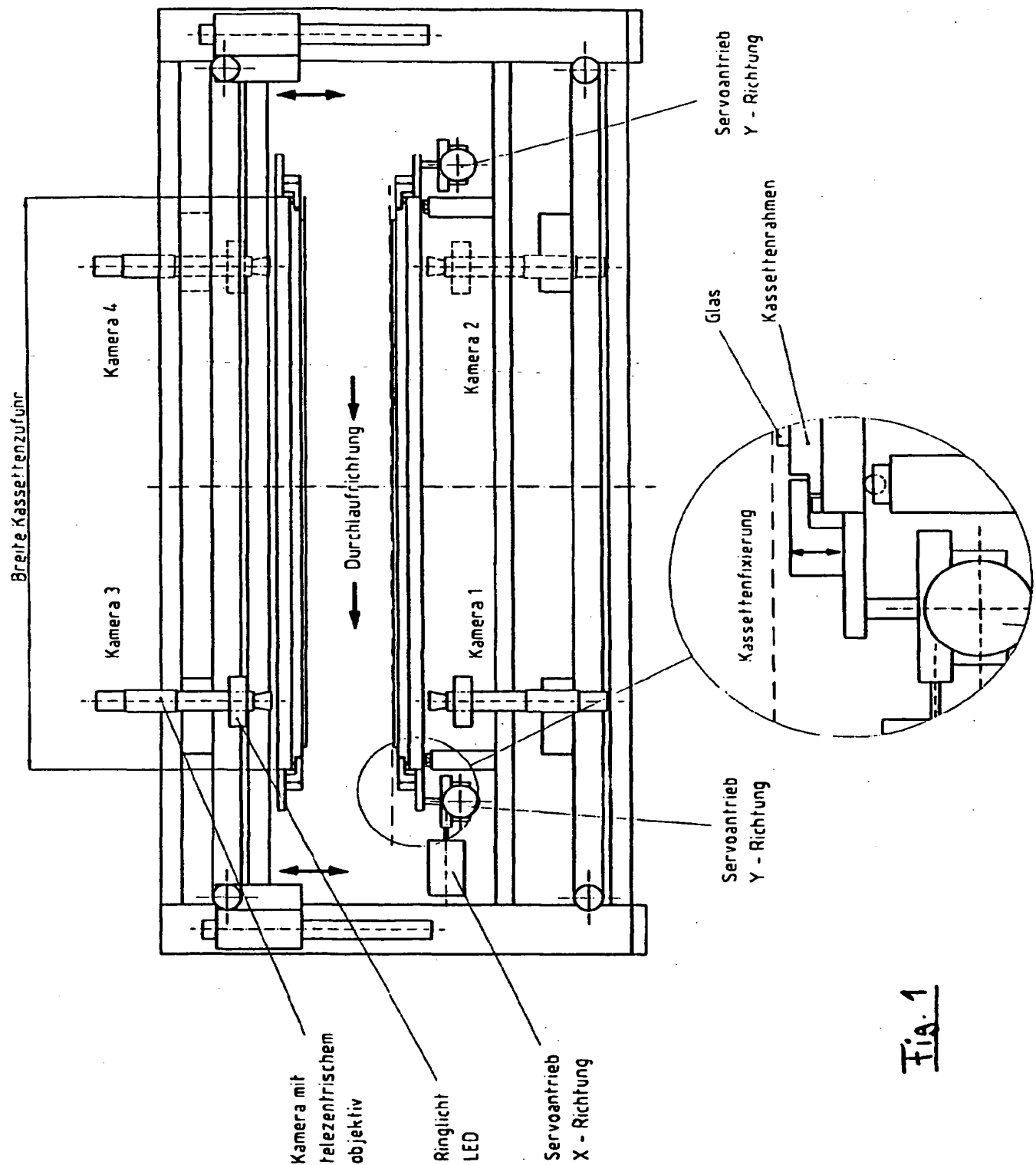
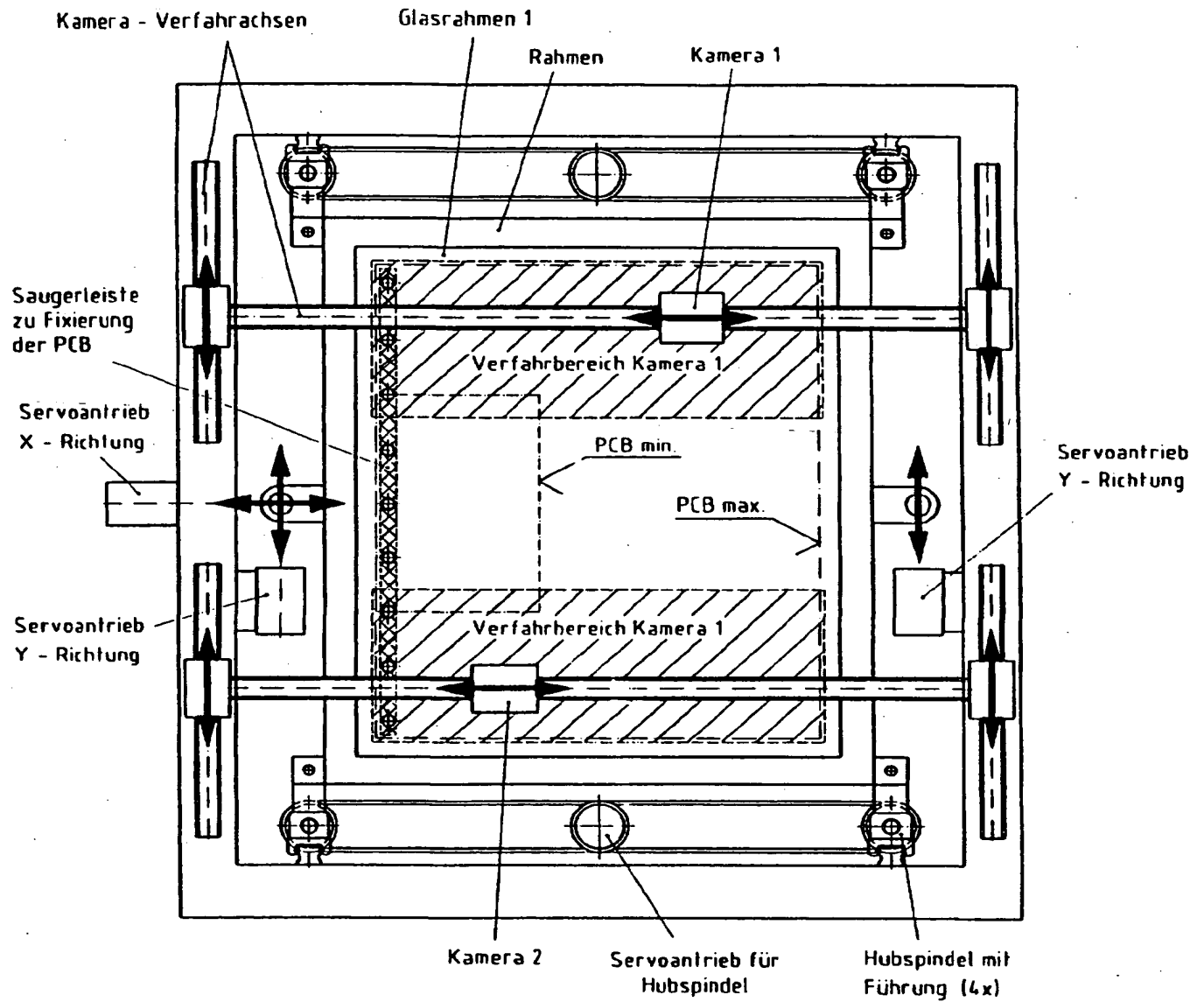


Fig. 1

Fig. 2

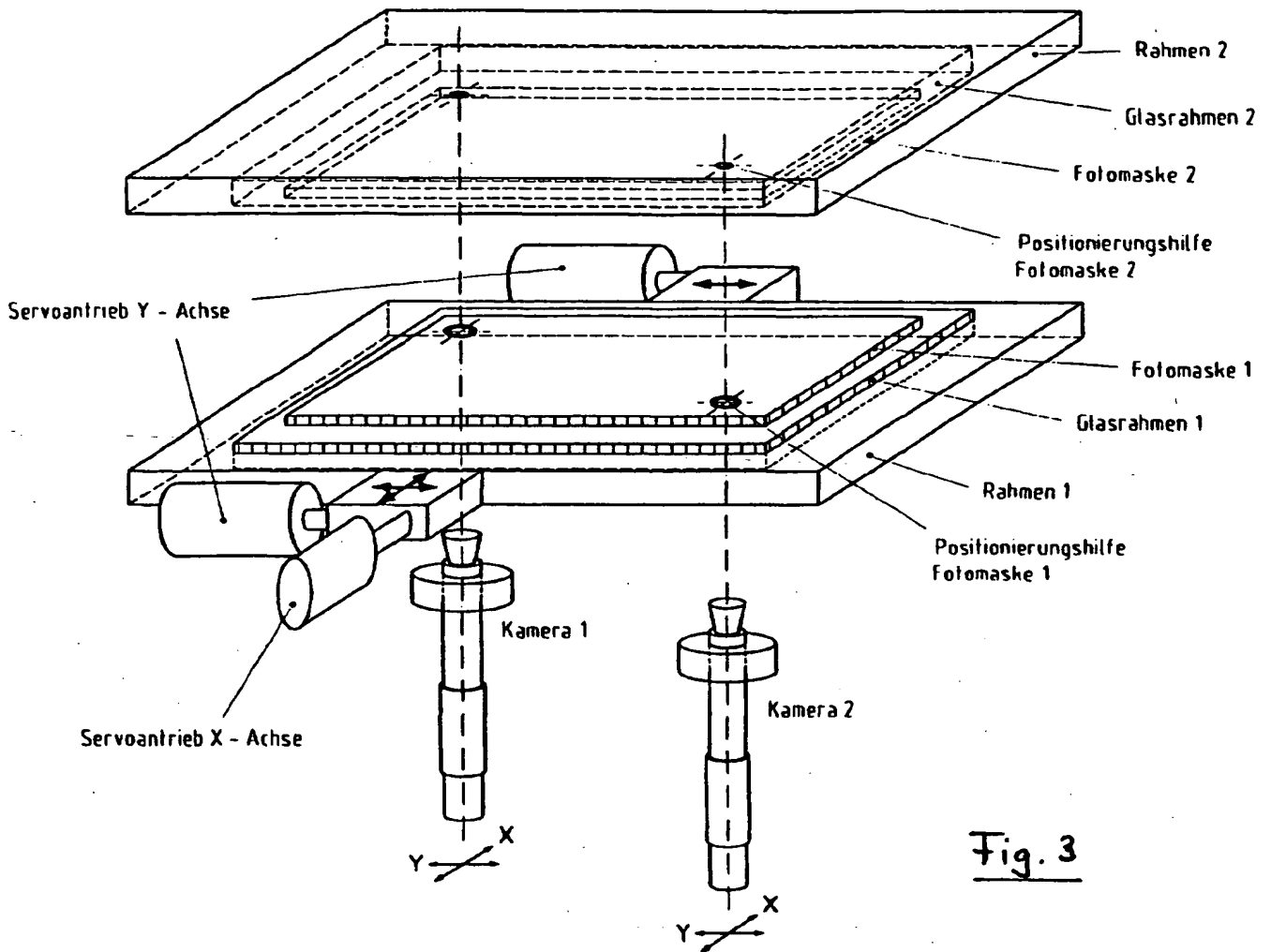


Fig. 3

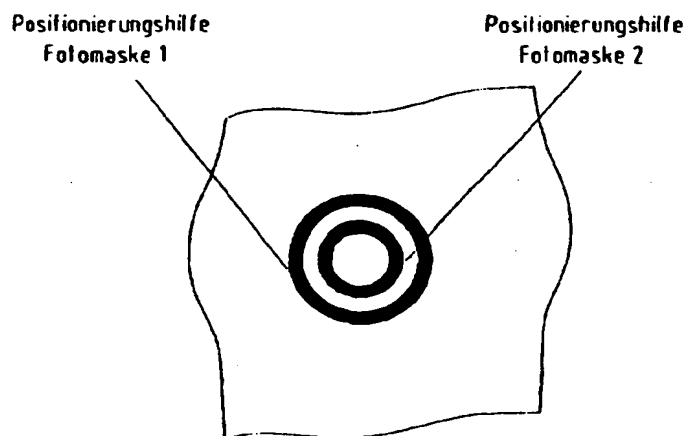


Fig. 4

Ansicht von unten

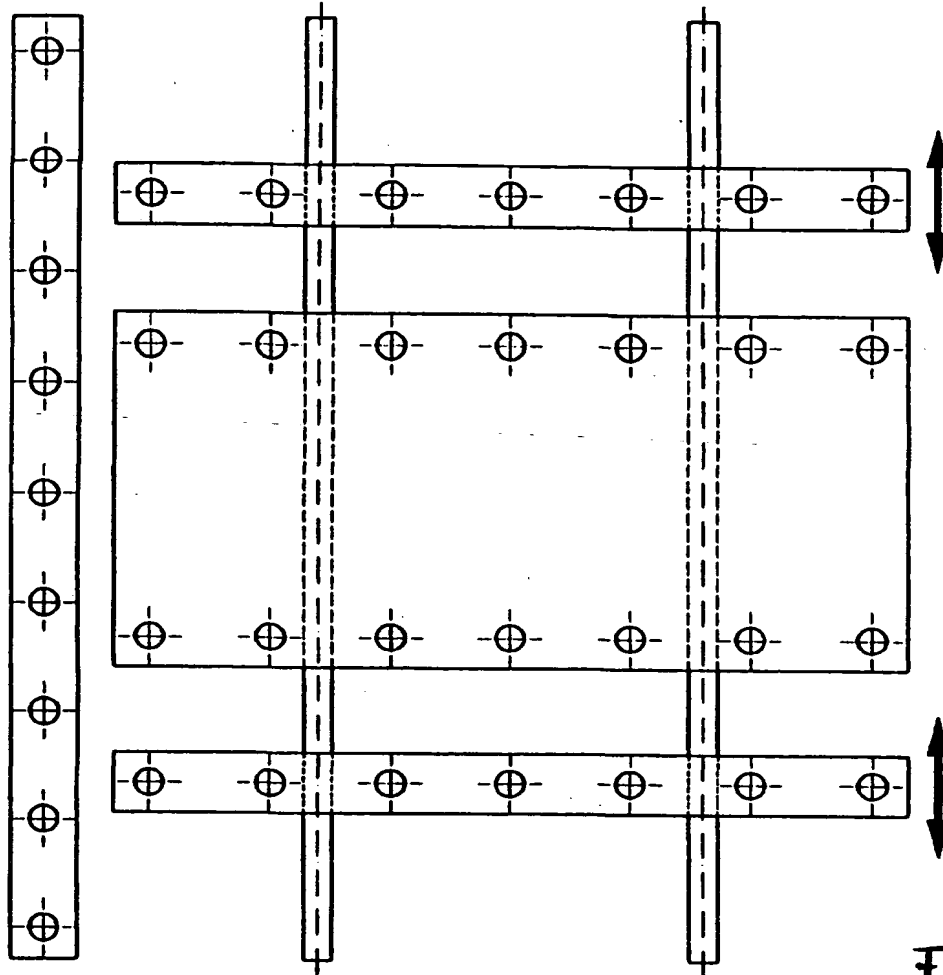


Fig. 6

Seitenansicht

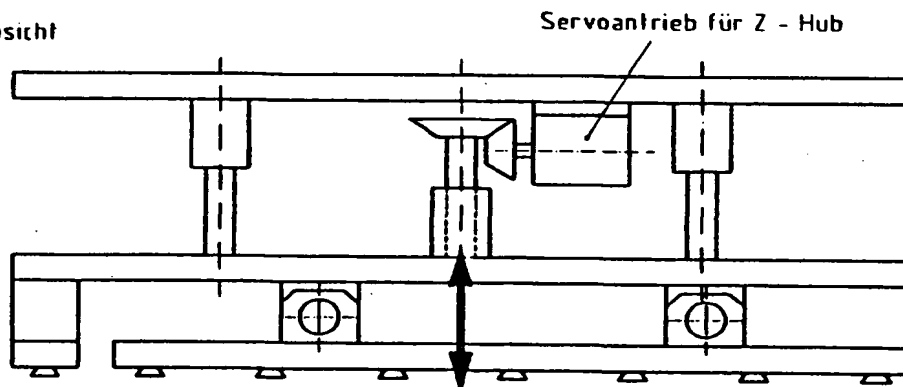
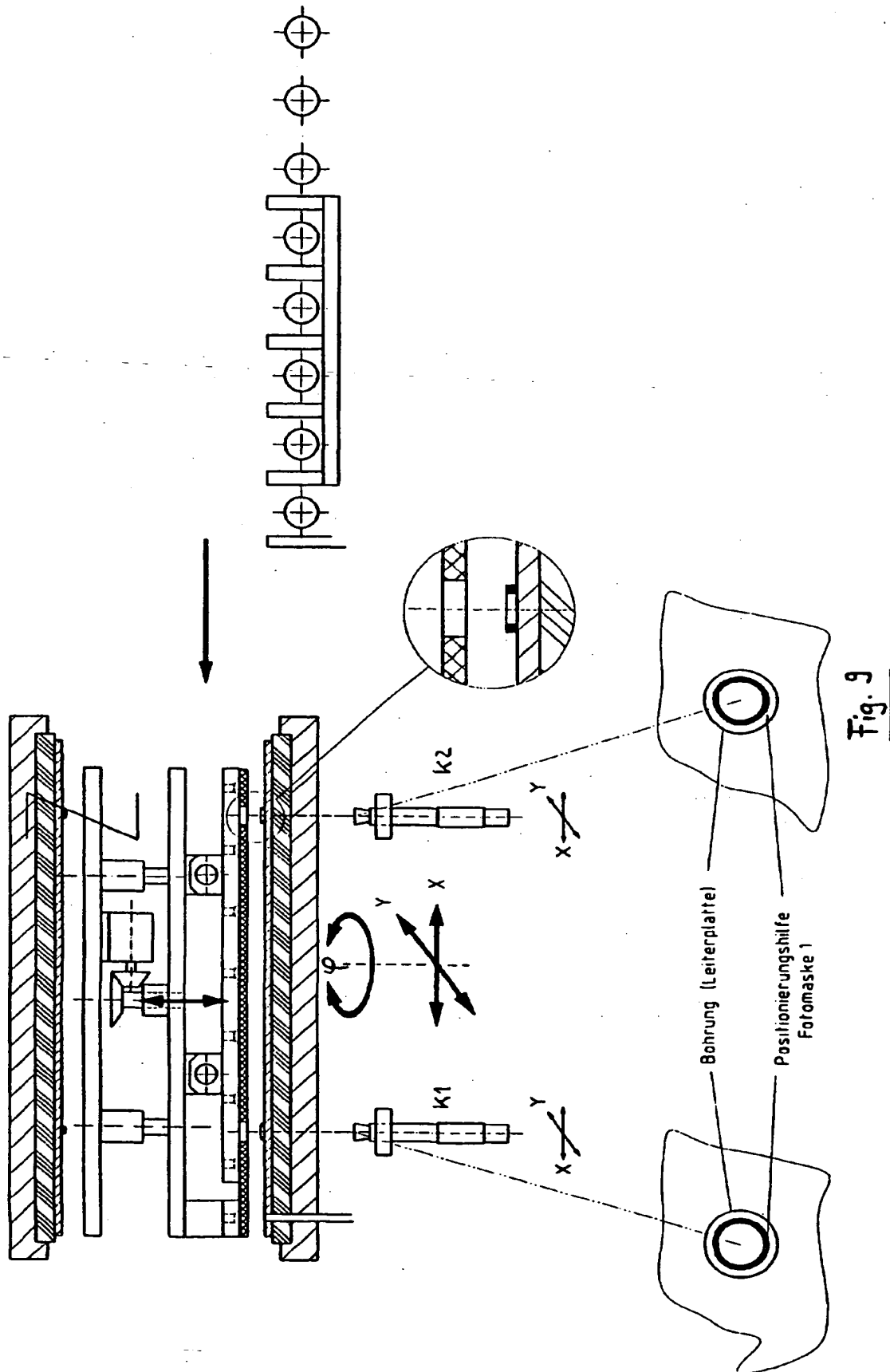
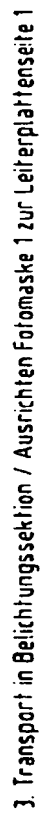


Fig. 5



4. Ablegen der Leiterplatte nach dem Ausrichten, Fixierung der Leiterplatte mittels Vakuumleiste

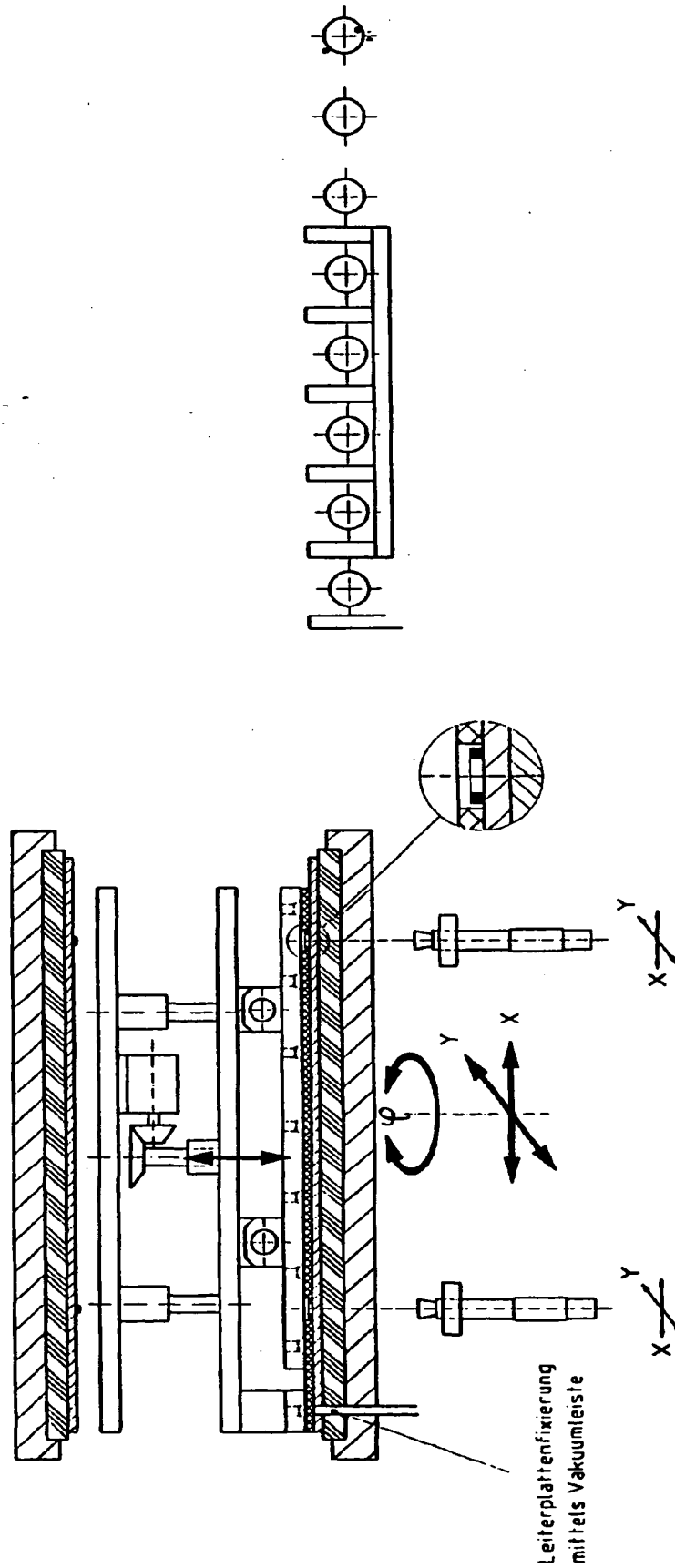


Fig. 10

Vorzentrierung

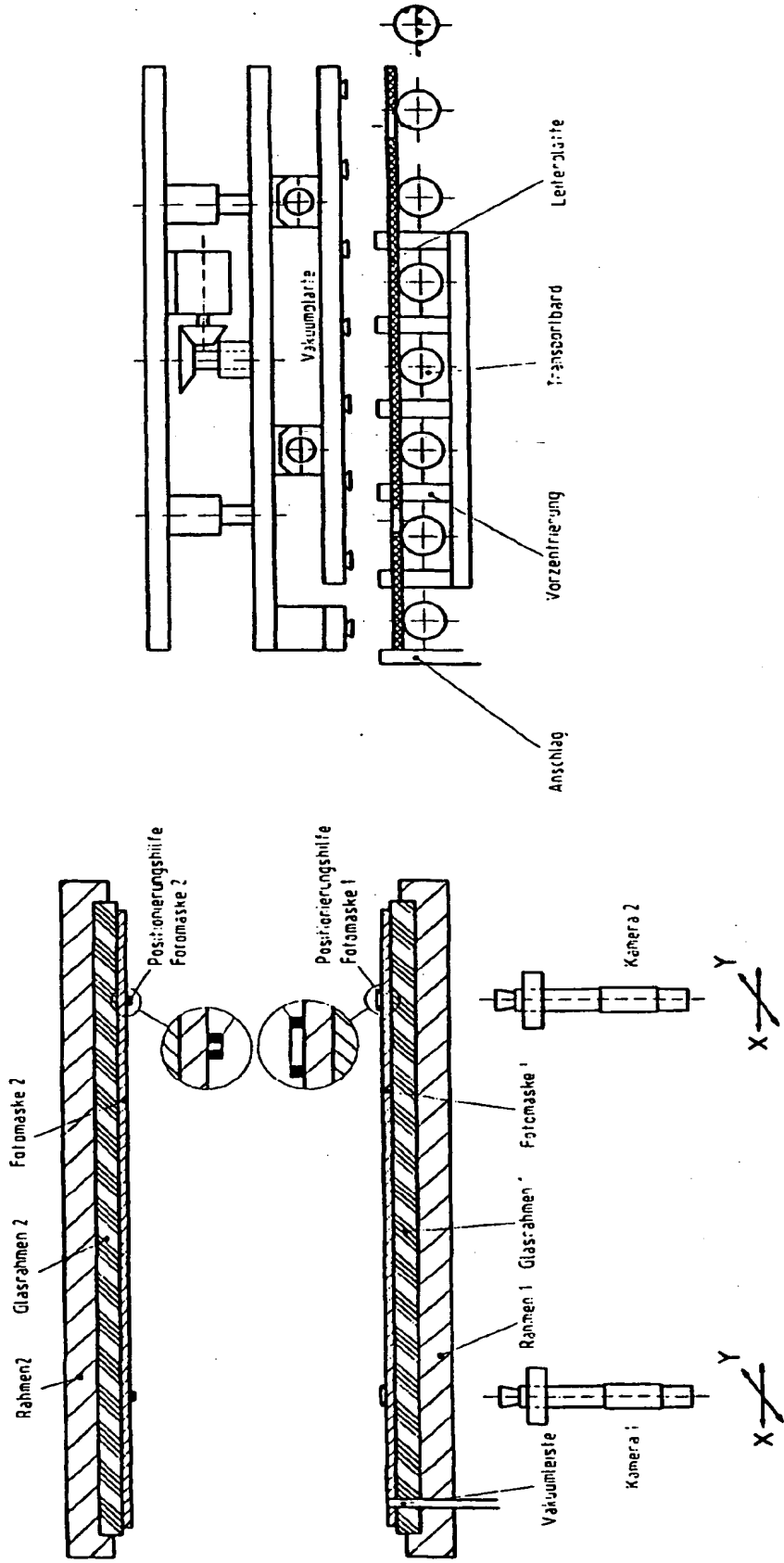


Fig. 7

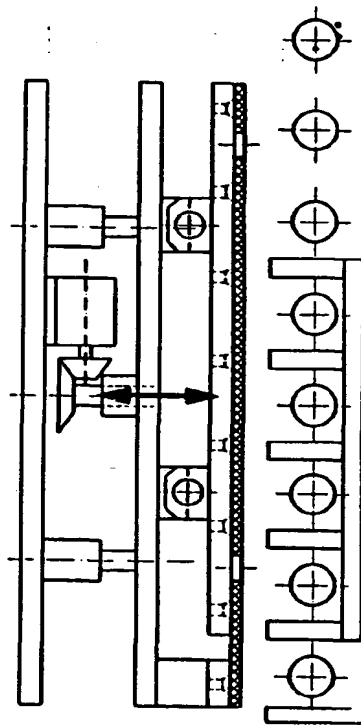
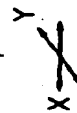
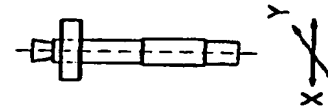
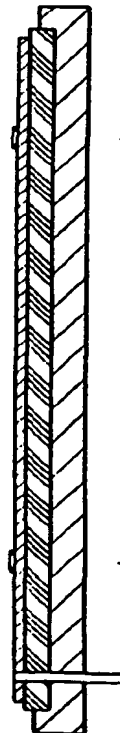
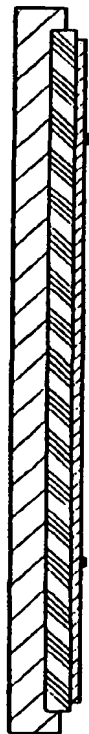
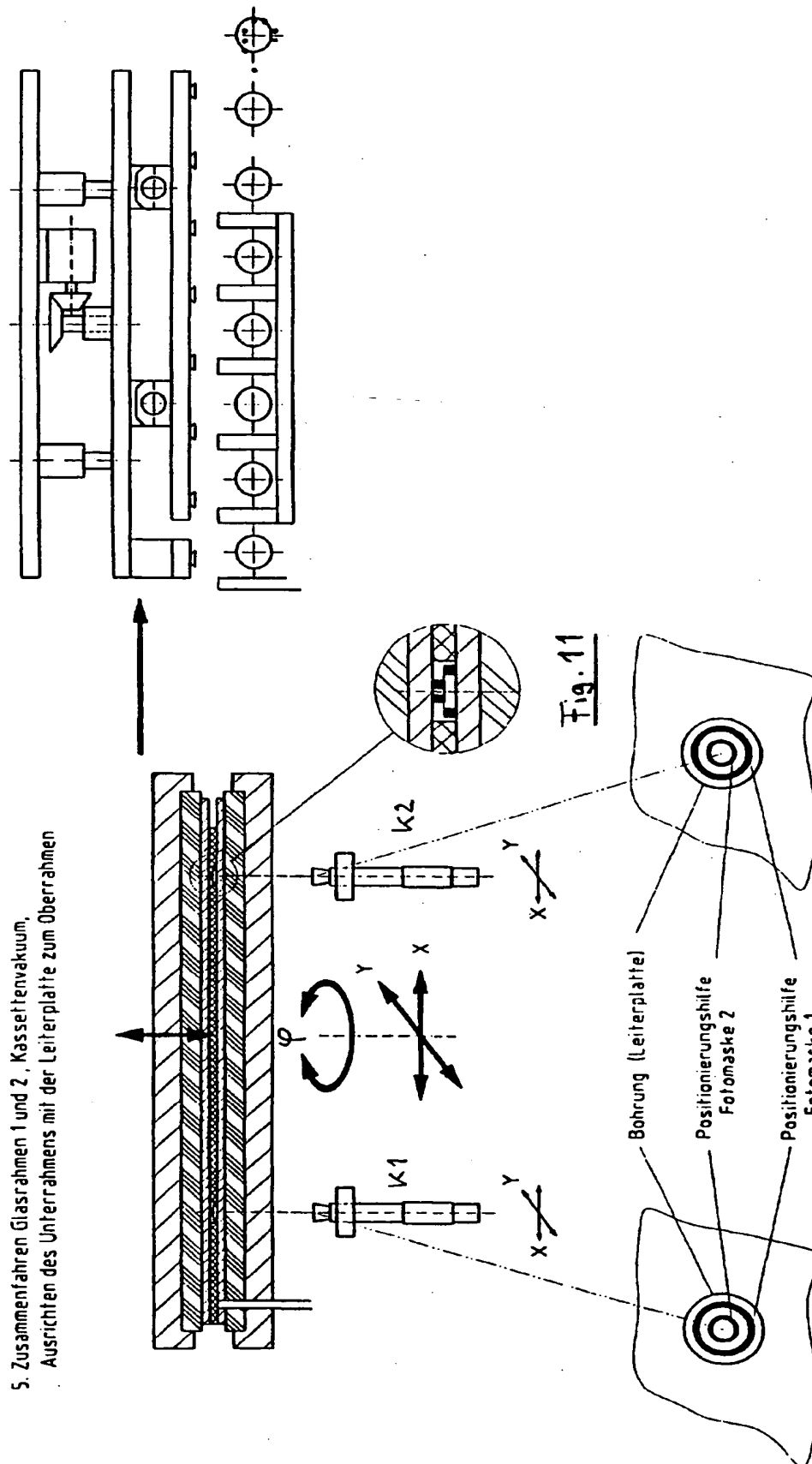
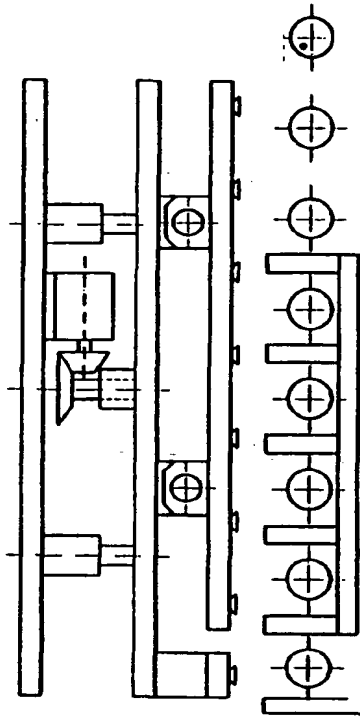


Fig. 8



2. Leiterplatte nach der Vorzentrierung aufnehmen





6. Zusammenfahren Glasrahmen 1 und 2, Kassettenvakuum,
optional Finish - Kontrolle, Kameras aus Belichtungsbereich fahren, Belichtung

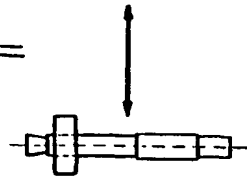
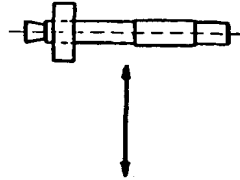
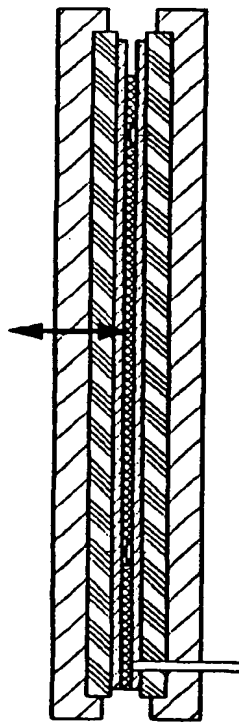


Fig. 12

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.